



TITLE:

多体問題としての情報処理-統計力学と情報科学の接点-

AUTHOR(S):

CITATION:

多体問題としての情報処理-統計力学と情報科学の接点-. 物性研究
2000, 73(5): 807-810

ISSUE DATE:

2000-02-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/96789>

RIGHT:

研究会報告

多体問題としての情報処理 — 統計力学と情報科学の接点 —

東北大学大学院 情報科学研究科 情報基礎科学専攻 田中和之¹
東京工業大学大学院 総合理工学研究科 知能システム専攻 樺島祥介²

(1999 年 11 月 1 日受理)

近年, 計算機の高性能化, 低価格化, 操作性の向上などにより従来ハード的限界から実用的ではないとされてきた大規模統計モデルを利用した情報処理の可能性が情報科学・工学の分野で活発に模索されるようになった. ニューラルネットワークモデル, ファジィ工学, 遺伝的アルゴリズムに代表される確率的探索法など近年ブームを引き起こした工学的手法の多くは個々の目的, それが生み出された文脈が異なるとはいえ大規模統計モデルを利用した情報処理の範疇に入ると考えることが出来る. また, これと並行して, 蛋白質設計, 交通流制御, リアルタイム画像処理など本質的に大規模な統計処理を必要とする新たな問題は次々と現れている. 計測技術の発達, データベースの充実, ネットワークの整備など情報化技術の進展に伴い広い意味で“大規模な統計的情報処理を如何に効率的に行うか”, という問題の重要性は今後更に増すものと考えられる.

さて, これらの問題の多くに内在する共通した特徴として

- I. (データによるランダム性を含んだ) 推定パラメータ間の多体相互作用問題と見做すことが出来る.
- II. 数多くのパラメータを同程度数しかないデータから推定しなければならない推定問題である.

といった点が挙げられる. しかしながら, 従来の統計的推定理論は, 主に線形モデル, 或はデータ数がパラメータ数より十分多い漸近理論に基づいているためこれらの問題に必ずしも有効ではない. そのため, 計算アルゴリズムまで含めた新たな推定法の開発, 非漸近領域での理論的解析手法の確立などこれから解決しなければならない問題が数多く残されている.

ところで, 上記 I, II の特徴は情報科学・工学の問題に限らず, 問題意識, 歴史的背景は異なるが従来統計物理学が対象としてきた系とも共通するものである. そこで, 最近この対応

¹ E-mail: kazu@statp.is.tohoku.ac.jp

² E-mail: kaba@dis.titech.ac.jp

関係に着目し平均場理論, 動的モンテカルロ法, レプリカ法による統計評価など統計力学の技術を情報処理に応用する研究が国内外で急速に発展している. たとえば, Kirkpatrick 等が提案した模擬徐冷法などはこのような流れの先駆的一例と言えよう. また, 最近では多自由度統計モデルの近似法として平均場近似の考え方が人工知能, ニューラルネットワークモデル, 画像処理, 通信理論の各研究分野で独立に注目されつつある. このような境界領域的研究はともすれば単なる物理的手法の“輸出”というワンランク下の研究と見られる傾向もあるが, 従来の範疇を越えた問題に積極的に取り組むことで統計物理学の枠組自体を発展させる重要な役割を担っていることは言うまでもない.

これまで我々は, 連想記憶モデル, 機械学習, 画像処理, 符号理論など個別の問題を通して, 主に統計力学的観点から個々に大規模統計モデルに基づいた研究を行ってきた. しかしながら, ここに記した見解はあくまでこれまでの研究の結果として得られたものであり, 必ずしもこのような共通の認識の下で各自の研究が行われてきたのではない. そのため, 個々の研究成果の理解・認識は十分ではなく, ある分野では広く知られていることが他分野ではほとんど知られていなかったり, また, ほとんど同じ結果にも関わらず全く別のものと解釈されているものも多い. そこで, 大規模統計モデルという統一的な認識に基づいて共同で研究会を開催し情報交換・議論を行うことで, 効率的に新しい情報処理の可能性を追求できるのではないかと考え, 京都大学基礎物理学研究所の研究会としてこの研究会を企画した. 研究会は 6 月 21 日から 23 日まで 3 日間の日程で行われ, N. Sourlas 氏 (Laboratoire de Physique Theorique de l'Ecole Normale Supérieure, France), K. Y. M. Wong 氏 (Hong Kong University of Science and Technology), 井坂元彦氏 (東大生産研) などに講演をお願いし, 合計 13 件の発表が行われた. また, 篠本滋氏 (京大) にオブザーバーとして参加していただき様々のコメントをいただいた. 主なトピックスと講演者は以下の通りである.

6 月 21 日前半: 符号理論と統計力学的手法, 講演者: N. Sourlas, 樺島祥介, 井坂元彦

6 月 21 日後半: 最適化手法と統計力学, 講演者: 田中利幸, 田中和之

6 月 22 日: 大規模統計モデルと統計力学, 講演者: 西森秀稔, K.Y. M. Wong, 井上純一, 伊庭幸人, 堀口剛, 岡田真人

6 月 23 日: 遺伝的アルゴリズムおよびダイナミカルシステムと統計力学, 講演者: 喜多一, 本田泰

本研究会の開催に先立って, 6 月 16 日から 18 日までの日程で室蘭市において「International Conference on Soft Computing in Industry '99 (IWSCI'99)³」という国際会議が室蘭工業大学の主催, 電気学会および IEEE の共催により開催された. この国際会議には「ソフトコンピューティング」の発案者である Zadeh 氏, 「遺伝的アルゴリズム」の第一人者である Goldberg 氏の基調講演をはじめとして 100 件を超える最近の研究成果が報告された. あり

³ Homepage Address: <http://www.csse.muroran-it.ac.jp/iwsci99/>

がたいことに IWSCI'99 において「Probabilistic Computing」, 日本語にすれば「確率コンピューティング」とでも訳せばいいのだろうか, そういうセッションが編成され, 本研究会と共通の話題が多く報告され, 情報処理システムにおける統計力学および統計科学の果たす役割の重要性について再確認することができた. 本研究会は基研の研究会として企画されたものであるが, 同時にこの IWSCI'99 の Satellite Meeting としても位置づけられている.

本研究会の企画段階で東京工業大学大学院理工学研究科の西森秀稔氏, 統計数理研究所の伊庭幸人氏にはお忙しい中多くの議論におつきあいいただいた. 更に, IWSCI'99 の組織委員である室蘭工業大学情報工学科の前田純治氏, 鈴木幸司氏, 佐賀聡人氏にもご協力をいただいた. また, 東京工業大学大学院理工学研究科の井上純一氏, 東北大学大学院情報科学研究科の本田泰氏には事務的なお手伝いをいただいた. 合わせてお礼を申し上げたい.

世話人一覧

甘利 俊一 (理研), 井上 純一 (東工大), 伊庭 幸人 (統数研), 岡田 真人 (ERATO), 樺島 祥介 (東工大), 喜多 一 (東工大), 田中 和之 (東北大), 田中 利幸 (都立大), 西森 秀稔 (東工大), 堀口 剛 (東北大), 本田 泰 (東北大)

基研研究会プログラム

Title : Information Processing as Many Body Problem, — Statistical Mechanics and Information Science —

Date : June 21, 22 and 23, 1999.

Venue : Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Sakyo-Ku, Kyoto 606-8501, Japan

June 21, Monday

10:00 - 10:15 Opening (Y. Kabashima)

10:15 - 11:15 N. Surlas,

11:15 - 12:15 Y. Kabashima, Decoding corrupted messages by TAP mean field approximation.

12:15 - 13:45 [Lunch]

13:45 - 14:45 M. Isaka, Belief propagation algorithm for near optimum decoding of error correcting codes.

14:45 - 15:15 [Coffee Break]

15:15 - 16:15 T. Tanaka, Information geometry of mean-field approximation.

16:15 - 17:15 K. Tanaka, Optimization techniques of Markov random field model in image restoration.

June 22, Tuesday

9:30 - 10:30 H. Nishimori, Finite-temperature image restoration.

10:30 - 11:30 K.Y. Michael Wong, Statistical dynamics of batch learning.

11:30 - 13:00 [Lunch]

13:00 - 14:00 J. Inoue, Application of the quantum spin glass model to image restoration.

14:00 - 15:00 Y. Iba, Statistical inference and computational physics.

15:00 - 15:30 [Coffee Break]

15:30 - 16:30 T. Horiguchi, Boltzmann machine of clock neurons.

16:30 - 17:30 M. Okada, Relaxation processes of visual computation in the brain.

June 23, Wednesday

9:30 - 10:30 H. Kita, Maintenance of diversity in genetic algorithms with a thermodynamical selection rule.

10:30 - 11:30 Y. Honda, Simulation study for a traffic flow model on a two-dimensional network.

11:30 - 11:45 Closing (H. Nishimori)